



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 901938

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 22.03.77 (21) 2465028/18-21

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 300182. Бюллетень №4

Дата опубликования описания 30.01.82

(51) М. Кл.³

G 01 R 27/00

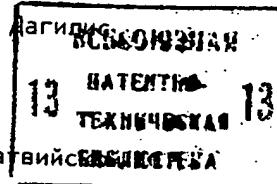
(53) УДК 531.7
(088.8)

(72) Авторы
изобретения

Ю.К. Григулис, В.В. Гаврилин и М.К. Дагидзе
заявка № 901938/18-21

(71) Заявитель

Физико-энергетический институт АН Латвийской ССР



(54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ТОНКИХ ПРОВОДЯЩИХ ПОКРЫТИЙ

1
Изобретение относится к измерительной технике и предназначено для контроля и измерения параметров проводящих покрытий на диэлектрических основах.

Известен способ абсолютного контроля параметров массивных образцов на основе токовихревого преобразователя, при котором в случае выполнения определенных условий возможно использование выведенных математических зависимостей [1].

Однако указанный способ не позволяет производить контроль параметров проходящих покрытий, так как полученные для этого случая аналитические зависимости на практике неприменимы ввиду их сложности.

Наиболее близким по своей технической сущности к предлагаемому является способ контроля толщины (сопротивления) проводящих покрытий на основе вихревокового преобразователя [2].

2
В известном способе о толщине (сопротивлении) неизвестного покрытия судят, сравнивая значения выходного сигнала преобразователя для известных и неизвестных образцов.

Известный способ также допускает измерение толщины покрытий только по активной составляющей при постоянстве реактивной составляющей сопротивления подбора частоты питания генератора, но для указанного в известном способе диапазона толщин частота питания устанавливается, в отличие от предлагаемого, таким образом, чтобы реактивная составляющая сопротивления преобразователя в процессе измерений равнялась реактивной составляющей сопротивления преобразователя, нагруженного массивным проводящим материалом. Известным способом возможно осуществление контроля толщины достаточно толстых слоев (толщиной более 1 мкм). Для контроля более тонких

слоев (толщиной менее 1 мкм) известным способом необходимо увеличивать частоту питания вихревокового преобразователя до значений нескольких сотен МГц, что неосуществимо в практических условиях (вихревоковый метод не осуществим на таких частотах, поскольку понятие индуктивности преобразователя теряет физический смысл). Кроме того, известный способ не позволяет получить линейную зависимость между активной составляющей вносимого сопротивления и толщиной образца.

Цель изобретения - получение линейной зависимости между активной составляющей вносимого сопротивления и толщиной образца.

Для этого в способе измерений толщины тонких проводящих покрытий, заключающемся в наведении вихревых токов в измеряемом образце с помощью параметрического тонкостенного вихревого преобразователя и в измерении вносимых в преобразователь активной и реактивной составляющих сопротивлений, частоту питания преобразователя устанавливают такой, чтобы разность между реактивными составляющими сопротивления ненагруженного преобразователя и преобразователя с образцом максимальной толщины составляла 3-4% от реактивной составляющей ненагруженного образца, а о толщине покрытия судят по активной составляющей вносимого в преобразователь сопротивления, измеренного на выбранной частоте.

Для очень тонких проводящих покрытий (для которых толщина намного меньше глубины проникновения электромагнитного поля в материалах покрытия) оказывается возможным подобрать такую частоту питания вихревого на кладного преобразователя, на которой можно без необходимости сравнения с известными образцами рассчитать по математической формуле толщину (сопротивление) измеряемого покрытия по известной формуле.

Описываемым способом возможен контроль толщины тонких металлических (например, алюминиевых) покрытий (толщиной от 0,001 до 1 мкм) на достаточно низких частотах (от 0,05 до 5 МГц), что легко осуществимо в практических условиях на стандартной аппаратуре. При этом неизвестное поверхностное сопротивление

R_S , (а затем и толщину покрытия $d = 1/6R_S$) находят по формуле

$$R_S = \frac{2\pi(\epsilon f \mu_0 a w)^2}{R_{BH}} J_0,$$

где

ϵ - удельная эффективная электропроводность материала покрытия;

f - установленная рабочая частота;

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Г/м - магнитная проницаемость вакуума;

a - радиус преобразователя;

w - количество витков;

R_{BH} - активная составляющая вносимого в преобразователь сопротивления;

L - высота преобразователя;

h - расстояние до измеряемого покрытия;

J_0 - специальная функция, зависящая только от относительных геометрических размеров преобразователя

$$\left(\frac{L}{a}, \frac{h}{a}\right);$$

$$J_0\left(\frac{h}{a}, \frac{L}{a}\right) = \int_0^{\infty} J_1^2(x) e^{-(h/a)x} (e^{-(L/a)x} - 1)^2 (L/a)^2 x^{-3} dx$$

$J_1(x)$ - функция Бесселя первого порядка.

Приведенная формула справедлива при выполнении условий

$$\frac{30\pi\epsilon\mu_0 a}{(R_S)_{min}} \leq 1; \frac{L}{a} \leq 1; \frac{h}{a} \leq 1,$$

где $(R_S)_{min}$ - приблизительная нижняя граница необходимого диапазона измеряемых сопротивлений исследуемых проводящих покрытий, приведенные неравенства должны выполняться в условиях проведения измерений.

Предлагаемый способ может использоваться в системах управления процессом металлизации в вакууме. Ожидаемая экономическая эффективность от внедрения созданной установки составляет 9100 р. в год.

Формула изобретения

Способ измерения толщины тонких проводящих покрытий, заключающийся в наведении вихревых токов в измеряемом образце с помощью параметрического тонкостенного вихревого преобразователя и в измерении вносимых в преобразователь активной и реактивной составляющих сопротивлений, о ¹⁰ т-
ли ч а ю щ и й с я тем, что, с целью получения линейной зависимости между активной составляющей вносимого ¹⁵ сопротивления и толщиной образца, частоту питания преобразователя устанавливают такой, чтобы разность между реактивными составляющими сопротивле-

ния ненагруженного преобразователя и преобразователя с образцом максимальной толщины составляла 3-4% от реактивной составляющей ненагруженного образца, а о толщине покрытия судят по активной составляющей вносимого в преобразователь сопротивления измеренного на выбранной частоте.

Источники информации,

10 принятые во внимание при экспертизе

1. Соболев В.С., Шкарлет Ю.М. Накладные и экранные датчики. Новосибирск, "Наука", 1967, с. 35-54.

2. Шумиловский Н.Н., Ярмольчук Г.Г., Грабовецкий В.П. Метод вихревых токов. М.-Л., "Энергия", 1966, с.72 (прототип).

Составитель В. Малахов

Редактор Е. Папп Техред Т.Фанта Корректор Г. Огар

Заказ 12373/55 Тираж 718
ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4